

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЛОЖНОГО ОКСИДА С ГЕКСАГОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ БАРИЯ, АЛЮМИНИЯ И ЛЮТЕЦИЯ

Каримов Р.Р.¹, Матвеев Е.С.¹

¹⁾ Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: karimov-ratmir2005@mail.ru

ELECTRICAL PROPERTIES OF A COMPLEX OXIDE WITH A HEXAGONAL STRUCTURE BASED ON BARIUM, ALUMINUM AND LUTETIUM OXIDES

Karimov R.R.¹, Matveev E.S.¹

¹⁾ Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The electrical conductivity of the complex oxide $\text{Ba}_2\text{AlLuO}_5$ was investigated. At 365°C, the electrical conductivity is: $\sigma_B = 4.6 \times 10^{-3} \text{ ohms}^{-1} \times \text{cm}^{-1}$, $\sigma_{GB} = 3.6 \times 10^{-3} \text{ ohms}^{-1} \times \text{cm}^{-1}$, $\sigma_{\text{total}} = 2 \times 10^{-3} \text{ ohms}^{-1} \times \text{cm}^{-1}$.

В контексте развития водородной энергетики перед материаловедом поставлена задача нахождения мембранных (кислородно-ионных или протонных) материалов с лучшими электрическими свойствами. Многообещающим классом материалов, пригодных для использования в твердооксидных топливных элементах, являются перовскитоподобные соединения, одним из которых является сложный оксид $\text{Ba}_2\text{AlLuO}_5$ с высокой некомплектностью в кислородно-ионной подрешетке.

Образцы состава $\text{Ba}_2\text{AlLuO}_5$ синтезировали твердофазным методом из исходных BaCO_3 , Lu_2O_3 и Al_2O_3 в стехиометрическом соотношении. Шихту гомогенизировали в этаноле и отжигали при 1000°C 10 часов. Повторно перетирали и компактировали методом изостатического прессования ПЛГ-12 (LabTools, Россия), после чего отжигали при 1600° в течение 16 часов. Аттестацию образцов осуществляли методом РФА (EQUINOX 3000, Thermo Scientific, Франция). Исследование электропроводности образца проводили двухконтактным методом импедансометрии Elins Z-1000P (ООО «Элинс», Россия) с Pt- и Pd/Ag- электродами для цилиндрических образцов различной высоты в частотном диапазоне 1–10⁶ Гц, в температурном интервале 300–900°C, в атмосфере сухого (3·10⁻⁵ атм.) и влажного (2·10⁻² атм.) воздуха. Относительная плотность, вычисленная из отношения геометрической плотности к рентгеновской, для всех керамических образцов составляла ~60%. Рентгеновскую плотность для $\text{Ba}_2\text{AlLuO}_5$ оценивали по формуле $\rho = 4M/N_A V$ где ρ – рентгеновская плотность, равная 6.2 г/см³; M – молекулярная масса формульной единицы вещества, г/моль; N_A – число Авогадро, моль⁻¹; V – объем элементарной ячейки, см³.

Порошок $\text{Ba}_2\text{AlLuO}_5$ является однофазным, характеризуется гексагональной сингонией с пр. гр. $R\bar{6}3/mmc$ (№194). Параметры элементарной ячейки составляют: $a=b=5.941(1)$ Å, $c=19.839(7)$ Å, что удовлетворяет литературным данным.

Вид годографа импеданса при увеличении высоты образцов изменяется: появляется возможность экстраполяции полуокружности, относящейся к R_{GB} , на ось абсцисс (в высокочастотную область), что позволяет более точно определить R_B . Смена Pt-электродов на Pd/Ag уменьшала вклад контактного сопротивления, что давало возможность более точного определения зернограничного сопротивления. Так, при 365°C удельная электропроводность составляет: $\sigma_B=4.6\times 10^{-3}$ Ом $^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$, $\sigma_{GB}=3.6\times 10^{-3}$ Ом $^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$, $\sigma_{\text{total}}=2\times 10^{-3}$ Ом $^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$. Зависимость $\lg\sigma - (1000/T)$ линейна. Во влажном воздухе наблюдается рост общей электропроводности, обусловленный внедрением молекул воды в структуру сложного оксида $\text{Ba}_2\text{AlLuO}_5$ из газовой фазы и возникновением протонных дефектов [1].

Таким образом, проведенные исследования подтвердили высокую электропроводность кислородно-ионного и протонного проводника $\text{Ba}_2\text{AlLuO}_5$.

1. Ярославцев А.Б., Успехи химии, 85, 1255 (2016)